

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- ✕ • BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-159056

(43)Date of publication of application : 25.06.1993

(51)Int.Cl.

G06F 15/70

G06F 15/70

G06K 9/62

(21)Application number : 03-322943

(71)Applicant : SUMITOMO CHEM CO LTD

(22)Date of filing : 06.12.1991

(72)Inventor : NAKAYAMA TORU  
KAWADA SATOSHI  
MINAMI SHIGEO

## (54) POSITION ESTIMATION MEHTOD BY PATTERN MATCHINING

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To precisely estimate a position by means of pattern matching by Fourier-transforming an observation picture and a reference pattern and obtaining a correlation image in matched filtering through the use of only a phase item removing the amplitude item.

**CONSTITUTION:** In pattern matching position estimation which is to Fourier-transform the observation picture and the reference pattern, to obtain the correlation image in matched filtering by using the phase item removing the amplitude item, to estimate the position of the pattern from the peak position and to obtain the correlation image with the phase item as zero when the amplitude item of Fourier transformation is zero or less than a noise level included in the picture, a pattern position which is difficult to identify in position estimation by pattern matching by a conventional mutual correlation method or which is difficult to detect can accurately be searched.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.07.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 05.09.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-159056

(43) 公開日 平成5年(1993)6月25日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 15/70	3 5 0 B	9071-5L		
	3 3 0 F	9071-5L		
G 0 6 K 9/62	D	8219-5L		

審査請求 未請求 請求項の数2(全 6 頁)

(21) 出願番号	特願平3-322943	(71) 出願人	000002093 住友化学工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
(22) 出願日	平成3年(1991)12月6日	(72) 発明者	中山 亨 愛媛県新居浜市惣開町5番1号 住友化学 工業株式会社内
		(72) 発明者	河田 聡 大阪府箕面市箕面四丁目1番18号
		(72) 発明者	南 茂夫 兵庫県芦屋市津知町7番6号
		(74) 代理人	弁理士 諸石 光▲ひろ▼ (外1名)

(54) 【発明の名称】 パターンマッチングによる位置推定方法

(57) 【要約】

【目的】 精度の高いパターンマッチングによる位置推定の方法を提供することを目的とする。

【構成】 観測画像およびリファレンスパターンをフーリエ変換し、その振幅項を除いた位相項のみを用いてマッチドフィルタリングにて相関像を求め、そのピーク位置からパターンの位置を推定することを特徴とする。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 観測画像およびリファレンスパターンをフーリエ変換し、その振幅項を除いた位相項のみを用いてマッチドフィルタリングにて相関像を求め、そのピーク位置からパターンの位置を推定することを特徴とするパターンマッチングによる位置推定方法。

【請求項2】 フーリエ変換の振幅項が0または画像に含まれるノイズレベル以下の場合に、位相項を0として相関像を求めることを特徴とする請求項1記載のパターンマッチングによる位置推定方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 パターンマッチングによる位置推定は多数の粒子像の中から特定の大きさや形の粒子像を探し出す等の多数のパターンの存在する画像の中から特定のパターンを探し出すのに重要である。

【0002】

【従来の技術】 パターンマッチングによる位置推定の方法として、観測画像およびリファレンスパターンの相互相関像をマッチドフィルタリングを用いて求め、そのピーク位置からパターンの位置を推定する方法（相互相関法）、さらに微分フィルターを用いて画像の輪郭を強調してから相互相関像を求め、位置の推定を行う方法（輪郭強調の相互相関法）が知られている。また2つのサンプルパターンをそれぞれフーリエ変換し、それらの位相項のみを用いて互いの類似度を求めることも知られている（フーリエ位相相関法）（Applied Spectroscopy, 41, 1176~1182(1987)）。しかしながら、この位相項のみを用いてパターンマッチングによる位置推定を試みた事例は未だ知られていない。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 従来の相互相関法を用いた場合はしばしば異なるパターンを誤認してしまうことがある。これを図1に示す(a)の観測画像中の2つのパターン「T」と「I」の内、(b)のリファレンスパターンのパターン「I」と同じものだけを探し出した場合を例に説明する。

【0004】 図2(c)は上記の相互相関法で求めた相\*

$$G(\epsilon, \eta) = |G(\epsilon, \eta)| G\phi(\epsilon, \eta) \quad (1)$$

$$H(\epsilon, \eta) = |H(\epsilon, \eta)| H\phi(\epsilon, \eta) \quad (2)$$

〔 $|G(\epsilon, \eta)|$ 、 $|H(\epsilon, \eta)|$ は振幅項、 $G\phi(\epsilon, \eta)$ 、 $H\phi(\epsilon, \eta)$ は位相項を表す。〕

【0009】 次にこの $H(\epsilon, \eta)$ の複素共役 $H^*$

$$\begin{aligned} r_{11}(x, y) &= \iint g(x', y') h^*(x+x', y+y') dx' dy' \\ &= F^{-1} [G(\epsilon, \eta) H^*(\epsilon, \eta)] \quad (3) \end{aligned}$$

〔 $F^{-1}[\cdot]$ は逆フーリエ変換演算を表す。〕

位置がわかる。

この相互相関像 $r_{11}(x, y)$ のピークからパターンの

互相関像を示す。ピークの高さがパターン「I」の存在する確からしさを、ピーク位置がその位置を表す。この方法では、観測画像中の「T」と「I」の2つのパターンを区別できない。図2(d)には微分フィルターを用いて画像の輪郭を強調してから位置の推定を行った結果を示す。「T」と「I」を識別して「I」の部分だけが大きなピークになっていることがわかるが、まわりに比較的大きなピークがあるため、やはりピークの位置がわかりづらい。

10 【0005】 かかる事情に鑑み、本発明者はより精度の高いパターンマッチングによる位置推定方法について鋭意検討した結果、観測画像およびリファレンスパターンをフーリエ変換し、その振幅項および位相項の内、振幅項を除いて位相項のみを用いてマッチドフィルタリングにて相関像を求めることによって、精度よくパターンマッチングによる位置推定が行えることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0006】

【課題を解決するための手段】 すなわち本発明は、観測画像およびリファレンスパターンをフーリエ変換し、その振幅項を除いた位相項のみを用いてマッチドフィルタリングにて相関像を求め、そのピーク位置からパターンの位置を推定することを特徴とするパターンマッチングによる位置推定方法である。

【0007】 相互相関法では、観測画像およびリファレンスパターンの濃淡像をコンピュータ（CPU）メモリに記憶させ、これを2値化、すなわちある濃さ以上のものをピックアップしてそれぞれを観測画像の点 $(x, y)$ での強度 $g(x, y)$ とリファレンスパターンの点 $(x, y)$ での強度 $h(x, y)$ とし、これらについてパターンマッチングを行う。すなわちCPUで相互相関の演算を行う（田村秀行著：コンピュータ画像処理入門（1985）、総研出版発行）。

【0008】 先ず、観測画像 $g(x, y)$ とリファレンスパターン $h(x, y)$ をフーリエ変換する。それぞれのフーリエ変換のフーリエ面上の点 $(\epsilon, \eta)$ での値 $G(\epsilon, \eta)$ 、 $H(\epsilon, \eta)$ は一般に複素数で、次式の様に振幅項と位相項で表すことができる。

※ $G^*(\epsilon, \eta)$ を求め、 $G(\epsilon, \eta)$ と $H^*(\epsilon, \eta)$ を掛け合わせ、その逆フーリエ変換を求めることにより、相互相関像 $r_{11}(x, y)$ を求める。

【0010】 輪郭強調の相互相関法は、各パターンに微

3

分フィルター（ラプラシアン）をかけてから相互相関の計算を行う。

【0011】これに対して本発明の方法においては、上記のマッチドフィルタリングにおいて、観測画像  $g(x, y)$  とリファレンスパターン  $h(x, y)$  のフーリエ変換の振幅項を除いた位相項  $G\phi(\epsilon, \eta)$ 、 $H\phi^*$

$$H\phi(\epsilon, \eta) = H(\epsilon, \eta) / |H(\epsilon, \eta)| \quad (4)$$

において、 $0 \leq |H(\epsilon, \eta)| \leq Lh$  の時 ( $Lh$  はノイズ除去のレベル (閾値) を表す) に  $H\phi(\epsilon, \eta) = 0$  とすることによりノイズを除去することができる。観測画像についても同様にノイズ除去のレベル  $Lg$  を決めてノイズ除去処理を行う。リファレンスパターンおよび観測画像のノイズ除去のレベル (閾値)  $Lh$  および  $Lg$  ※

$$r\phi_{11}(x, y) = F^{-1} [G\phi(\epsilon, \eta) \cdot H\phi^*(\epsilon, \eta)] \quad (5)$$

[  $F^{-1} [ \cdot ]$  は逆フーリエ変換演算を表す。]

この相関像 (フーリエ位相相関像と称する。) のピークからパターンの位置を求める。ピークにある閾値を設け、それ以上のピークが存在するところが目的とするパターンの位置と推定する。

【0014】

【発明の効果】本発明のフーリエ位相相関法によるパターンマッチングによる位置推定は、従来の相互相関法によるパターンマッチングによる位置推定では識別困難か又はその位置がわかりにくいパターンの位置を正確に探し出すことができる。

【0015】

【実施例】以下、実施例を挙げて本発明を詳細に説明するが、本発明はこれら実施例に限定されない。

【0016】実施例1、比較例1

図1に示す (a) 観測画像中の2つのパターン「T」と「I」の内、(b) のリファレンスパターンのパターン「I」の位置推定を上記記載のフーリエ位相相関法 (実施例)、相互相関法および輪郭強調の相互相関法 (比較例) によって行った。

【0017】図2中の (c) は上記の相互相関法で求めた相互相関像を示す。ピークの高さがパターン「I」の存在する確からしさを、ピーク位置がその位置を表す。この方法では、観測画像中の「T」と「I」の2つのパターンを区別できない。(d) には輪郭強調の相互相関法で求めた相関像を示す。「T」と「I」を識別して「I」の部分だけが大きなピークになっていることがわかるが、まわりに比較的大きなピークがあるため、やはりピークの位置がわかりづらい。(d) には本発明のフ

4

\*  $(\epsilon, \eta)$  のみを用いて相関像  $r\phi_{11}(x, y)$  を求める。

【0012】先ず、リファレンスパターンの位相項  $H\phi(\epsilon, \eta)$  についてノイズ除去処理を行う。すなわち、式 (2) より導かれる式 (4)、

※は同じまたは異なっている場合でもかまわない。

【0013】次にノイズ処理した位相項  $H\phi(\epsilon, \eta)$  の複素共役  $H\phi^*(\epsilon, \eta)$  を求め、これと観測画像の位相項  $G\phi(\epsilon, \eta)$  を掛け合わせ、その逆フーリエ変換を求める。

フーリエ位相相関法で求めた相関像を示す。(c)、(d) に比べて、目的のパターン「I」のピークが大きく、また鋭いため、位置の推定が容易に、正確に行われる。

【0018】実施例2、比較例2

20 画像工学において、球形粒子の粒径分布を求めることは重要である。そこで、パターンマッチングで特定の大きさの粒子像を探し出すことを行った。図3および図4には異なる観測画像 (1) および観測画像 (1) に対し、リファレンスパターン (1) およびリファレンスパターン (2) の位置推定をフーリエ位相相関法 (実施例)、輪郭強調の相互相関法 (比較例) によって行った結果を示す。なお、ノイズ除去のレベル  $Lh$  および  $Lg$  は共に 0.1 として行った。いずれの場合もフーリエ位相相関法の方が、ピークの鋭さや周りのノイズの少なさの点で輪郭強調の相互相関法よりも優れていることがわかる。

【0019】

【図面の簡単な説明】

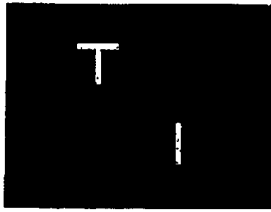
【図1】実施例1および比較例で用いた観測画像およびリファレンスパターンを示す図である。

【図2】図1に観測画像とリファレンスパターンとのパターンマッチングの結果を示す図である。

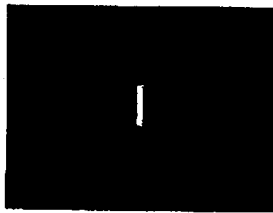
【図3】観測画像 (1) とリファレンスパターン (1) および (2) と、そのパターンマッチングの結果を示す図である。

40 【図4】観測画像 (2) とリファレンスパターン (1) および (2) と、そのパターンマッチングの結果を示す図である。

【図1】

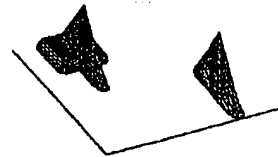


(a) 観測画像



(b) リファレンスパターン

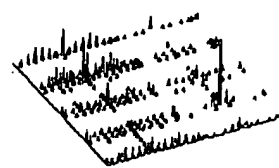
【図2】



(c) 相互相関法による位置推定

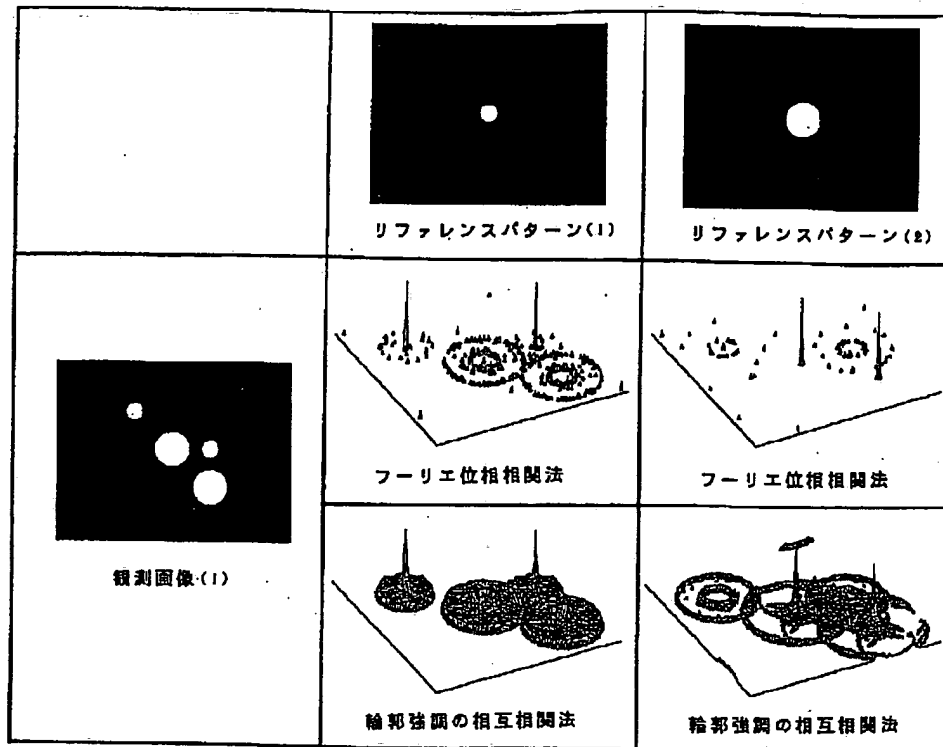


(d) 相関係数の相互相関法による位置推定



(e) フーリエ位相相関法による位置推定

【図3】



【図4】

